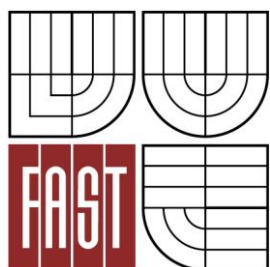




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

OCHRANA OBCE SVĚTNOV PŘED EXTRAVILÁNOVOU VODOU

THE PROTECTION OF SMALL VILLAGE SVĚTNOV AGAINST RURAL ZONE WATER

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. ALEŠ HUMLÍČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. RUDOLF MILERSKI, CSc.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. ALEŠ HUMLÍČEK
Název	Ochrana obce Světnov před extravilánovou vodou
Vedoucí diplomové práce	Ing. Rudolf Milerski, CSc.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013
V Brně dne 31. 3. 2012	

.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Geodetické podklady prostoru malé možné retenční vodní nádrže

Dále hydraulický a uživatelský manuál výpočtového prostředku HEC-RAS.

Hydrologická data, pedologické podklady

Rekognoskace terénu

Příslušné normy.

Zásady pro vypracování

V rámci své diplomové práce zpracuje diplomant návrh vodohospodářských opatření v k. ú. Světnov, která zabrání častému průniku extravilánových vod do intravilánu obce. Pro převedení velkých vod bude navržen systém průlehů a příkopů a ochranných nádrží. Řešení se bude opírat o konkrétní znalost průběhů velkých vod v této obci.

Předepsané přílohy

.....
Ing. Rudolf Milerski, CSc.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT:

Cílem této diplomové práce je navrhnout vhodné protipovodňové opatření v obci Světnov, vypočítat kritickou povodeň ze Směrnice pro velmi malá povodí a tato data vložíme do programu HEC-RAS 4.1.0, kde budou dále upravována, aby se našlo co nejvhodnější a nejefektivnější řešení.

Jako protipovodňová opatření budou navrženy dva suché poldry východně od obce. Hráze musejí být navrženy tak, aby byli schopné pojmout 100–letou povodeň, která bude vypočítána podle Směrnice pro velmi malá povodí. Z materiálů obce víme, že povodeň musíme převést do stávajícího potrubí, která je schopno pojmout $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Součástí práce bude projekční řešení hrází, odpadních koryt a funkčních objektů v programu AutoCAD 2008.

Klíčová slova: poldr, retence, ochrana, transformace povodňové vlny, funkční objekty, Směrnice pro velmi malá povodí, HEC-RAS 4.1.0

ABSTRACT:

The aim of this thesis is to propose appropriate flood protection measures in the small village Světnov, calculate the critical flood of guideline for very small basin and insert the data into the program HEC-RAS 4.1.0, where they will be further treated in order to find the most appropriate and effective solutions.

As flood control measures will be designed two dry polders east of the village. Dikes should be designed so to be able to accommodate 100-year flood, which will be calculated according of guideline for very small basin. Of the materials community, we know that we need to convert flood into the existing pipeline, which is able to accommodate $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

The thesis will design solutions dams, sewage channels and function objects in the program AutoCAD 2008.

Key words: polder, retention, security, transformation of flood waves, function objects, guideline for very small basins, HEC-RAS 4.1.0

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HUMLÍČEK, Aleš. *Ochrana obce Světnov před extravilánovou vodou*. Brno, 2013. 31 s., 17 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Rudolf Milerski, CSc..

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně, dne 11. 1. 2013

.....

Bc. Aleš Humlíček

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěl poděkovat lidem, kteří mi pomáhali při vypracování diplomové práce svými radami a zkušenostmi a také poskytováním potřebných údajů. Rád bych poděkoval především vedoucímu mé diplomové práce, panu Ing. Rudolfu Milerskému, CSc. za příkladnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc při zpracování mé bakalářské práce. Stejně tak chci poděkovat svým blízkým za finanční a psychickou podporu po celou dobu studia.

V Brně, dne 11. 1. 2013

.....

Bc. Aleš Humlíček

OBSAH

1. ÚVOD.....	8
2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA.....	10
2.1 Identifikační údaje stavby	10
2.2 Předmět, účel a umístění stavby	10
2.3 Údaje o průzkumech a měření.....	11
2.4 Předpokládaná lhůta výstavby.....	11
3. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	12
3.1 Urbanistické, architektonické a stavebně technické řešení	12
3.2 Stavební objekty.....	13
3.3 Hydrotechnické výpočty	16
3.4 Vliv stavby na životní prostředí	24
3.5 Vliv na okolní pozemky a stavby	24
3.6 Stavební objekty.....	24
3.7 Mechanická odolnost a stabilita	24
4. DOTAČNÍ PROGRAM NA VÝSTAVBU POLDRŮ	25
5. ZÁVĚR.....	26
6. FOTODOKUMENTACE	27
7. POUŽITÁ LITERATURA	30
8. INTERNETOVÉ ZDROJE	31

*motto: Řeky vytvořily podél svých břehů zcela autonomní krajinu
a teprve když pochopíme, že zde jde o samostatný,
mimořádně dynamický a velmi důležitý krajinný ekosystém,
můžeme v něm správně hospodařit a vyvarovat se chyb,
kterých se dopouštěly předchozí generace.*

(prof. RNDr. Otakar Štěrba, CSc., 2003)

1. ÚVOD

Voda jako základní přírodní zdroj je nezbytná a nenahraditelná pro veškerý organický život na Zemi. Plní funkce biologické, klimatické, zdravotní, hospodářské, kulturní a estetické. Jedinečný význam má její koloběh v přírodě.

Odpovědné využívání a ochrana vody je celosvětovou záležitostí. Zásadní význam má péče o vodní zdroje.

Celospolečenským zájmem je zadržení vody v krajině, které má za cíl především:

- obnovu stability vodního režimu krajiny (na straně jedné zvýšení průtoků v suchých obdobích, na straně druhé snížení průtoků povodňových).
- zajištění vody pro obecnou potřebu člověka (pitná voda, průmysl, zemědělství, lesnictví, rekreace, atd.).
- zajištění potřeby vody pro obecnou ochranu přírody, protože biologická funkce vody je nejzákladnější funkcí vůbec.

Hledání vhodných opatření pro zadržení vody v krajině je složitým úkolem, neboť je nezbytné posoudit hlediska hydrologická, klimatická, ekologická, ekonomická, dopravní, majetkoprávní atd., to vše v rámci platné legislativy.

Zadržení vody v krajině lze docílit různými melioračními a revitalizačními opatřeními. K melioračním opatřením patří zejména zvětšování plochy trvalých travních porostů, zřizování vodních nádrží a mokřadů, protierozní ochrana, pozemkové úpravy a řešení cestní sítě. Mezi revitalizační opatření patří obnova přírodě blízkého stavu koryt vodních toků, obnova vodních nádrží, zachování biologicky cenných úseků vodních toků, zakládání a obnova prvků ÚSES k posílení vodního režimu území, obnova či vytvoření podmínek pro vznik mokřadních ekosystémů.

Tato diplomová práce má za úkol navrhnout vhodná protipovodňová opatření v obci Světnov, která se nachází v srdci Vysočiny, sedm kilometrů severně od Žďáru nad Sázavou.

Obec Světnov sužují časté přivalové srážky, které způsobují lokální povodně, které znepríjemňují lidem život, a mnohdy způsobují i škody na majetku místních občanů, proto se zastupitelstvo obce rozhodlo o vybudování protipovodňových opatření, aby se těmito lokálními záplavám zamezilo, nebo aby se alespoň zmenšily škody, které tyto povodně napáchají.

Nejhorší je situace na východním kraji obce, kde se prudce zvedá terén z 610 m.n.m. až do výšky 720 m.n.m. (Čápy vrchy – podle místních Čápiny). Tento svah je z převážné části zatravněný a pravidelně kosený. Ve spodní části jsou ponechány pozemky ladem z důvodu velkého zamokření. Do tohoto kopce stoupá několik cest, které v období velkých dešťů fungují jako koryta potoků a voda pak nabírá vysokou rychlost a pohodlně vniká do obce, kde pak napáchá velké škody.

Po podrobném prozkoumání místního terénu bylo usouzeno, že nejvhodnější místo pro stavbu hráze bude zhruba 200 metrů východně od poslední budovy.

Bylo provedeno geodetické zaměření i geologický rozbor, tím se zjistilo, že místní půdy nejsou vhodné pro stavbu hráze, a proto se budou muset nechat dovézt jiné, vhodnější, materiály.

Byla navrhována hráz, která byla dlouhá 80 metrů se sklony svahů na vzdušném líci 1:2,2 a na návodním líci 1:3,7, ta by ale nepojmula vodu z celého povodí, proto se hned v její blízkosti navrhla další hráz, která však bude sloužit jako usměrňovač, protože nemá dostatečný zásobní prostor, aby poberla větší srážky.

Na problematických cestách byla navržena hrázka s výškou do 0,5 m a sklonem svahů 1:5, aby se po nich dalo pohodlně přejet. Tyto hrázky pak budou sloužit k tomu, aby vodu, která poteče po cestě, převedla do zátopy hráze.

Jako ověření správnosti našeho návrhu byl použit program HEC-RAS 4.1.0 (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System).

Z vlastních zkušeností vím, že je v katastru obce ještě jedna inkriminovaná oblast v jižní části, ta ale nebyla součástí řešení této diplomové práce, proto je pouze navrhována možnost, jak tuto hráz situovat, není však početně ověřena.

2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

2.1 Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Ochrana obce Světnov před extravilánovou vodou
Popis stavby:	Návrh protipovodňového opatření
Kraj:	Vysočina
Okres:	Žďár nad Sázavou
Obecní úřad:	Světnov
Hydrolog. povodí:	Světnovský potok (1-09-01-004)

2.2 Předmět, účel a umístění stavby

Obec Světnov je situována ve svažitém území českomoravské vrchoviny v okrese Žďár nad Sázavou a bývá pravidelně zasahována povodněmi, které vznikají krátkodobými přívalovými dešti, dopadajícími na malá povodí nad obcí.

Plánované poldry 1 a 2 se budou nacházet 200 m východně od obce směrem k Čápoivu vrchu.

Účelem návrhu poldrů je transformace povodňové vlny a redukce povodňových průtoků v obci. Navržená opatření mají přívalové vody zadržet (poldr 1), případně usměrňovat povrchový přítok z extravilánu (poldr 2) a neškodným způsobem zajistit jejich převedení obcí stávajícím systémem zatrubnění. Redukce povodňové vlny povede k minimalizaci povodňových situací a především k ochraně majetku a občanů obce. Recipientem jsou místní vodoteče, které ústí do vodní nádrže Strž, situované v jižní části katastru obce Světnov.

Stavby jsou navrženy s maximální šetrností k přírodnímu prostředí Českomoravské vrchoviny, hráze budou provedeny z homogenních zemních materiálů a budou ozeleněny.

Retenční nádrže budou tvořeny homogenními zemními hrázemi, zátopami nádrží a výpustnými objekty umístěnými v návodních lících hrází, odtokovými trubkami a vývary. Pod vývary budou vybudována odpadní koryta. U poldrů 1 a 2 budou průtoky ze spodních výpustí a bezpečnostních přelivů převedeny do odpadního koryta a poté do místního kanalizačního systému.

U poldru 3 bude výpustný objekt napojen přímo na místní kanalizaci a průtok z bezpečnostního přelivu bude převeden přes obec v nově vybudovaném odpadním korytu, které kopíruje trasu původního potoku a je vyústěn do zátopové oblasti vodní nádrže Strž.

Nádrže jsou navrženy jako suché, kde bude vytvořen retenční prostor nádrží plnicí funkci při průchodu povodňové vlny. Retenční objem nádrží 1 a 2 umožní transformaci vlny stoletého průtoku a její bezpečné převedení přes stávající obecní kanalizaci do Světnovského potoka.

2.3 Údaje o průzkumech a měření

Projekt pracuje s následujícími podklady:

- geodetické zaměření zájmových lokalit v Bpv a JTSK
- inženýrsko-geologický průzkum
- vlastní rekognoskace terénu

2.4 Předpokládaná lhůta výstavby

Předpokládaná doba výstavby bude 6 měsíců.

3. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1 *Urbanistické, architektonické a stavebně technické řešení*

a) zhodnocení staveniště

Výběr stavebních pozemků je dán morfologií terénu, z čehož vychází směry odtoku přívalových vod ve směru do intravilánu obce. Přívalové vody dotékají do zastavěné části obce a odnášenou ornici jsou zanášeny nemovitosti i komunikace.

Stavba nebude ničím výjimečná. Jeví se jako standardní a z hlediska zadržení přívalových vod a usměrnění jejich odtoku jako jediné možné řešení pro navrhovanou stavbu a situaci.

Přívalové vody budou odvedeny odpadními koryty, nebo kanalizačním systémem do recipientu, kterým je Světnovský potok, který se vlévá do vodní nádrže Strž. Ve Světnovském potoku končí přívalové vody i v současnosti, avšak po neregulovaném povodňovém průtoku obcí.

b) urbanistické a architektonické řešení

Stavba nemá nároky na urbanistické, architektonické a výtvarné řešení, jedná se o technické konstrukce vodního hospodářství.

Objekty budou šetrně začleněny do hráze tak, aby plnily svou funkci a při tom nenarušovaly ráz krajiny. Hráze budou homogenní ozeleněné. Konstrukce vtokových a výtokových objektů a vývařiště budou opevněny kamennou dlažbou, kamenným záhozem, nebo konstrukcí vývaru. Odpadní koryto bude ozeleněno.

c) Technické řešení s popisem staveb

Cílem této diplomové práce je navrhnout komplexní protipovodňové opatření v obci Světnov. Obec je situována ve svažitém území českomoravské vrchoviny a bývá pravidelně zasahována povodněmi, které vznikají krátkodobými přívalovými dešti, dopadajícími na malá povodí nad obcí.

V současnosti prochází veškerý přívalový přítok obcí, kde vznikají škody na majetku občanů i organizací, dopravní i technické infrastruktury a povodňové průtoky končí v údolnici Světnovského potoka (hydrologické pořadí 1-09-01-004).

Tato diplomová práce se věnuje návržení protipovodňového opatření ve východní části obce (poldry 1 a 2).

Poldry 1 a 2 jsou navrženy na $Q_{MAX} = Q_{100} = 1,955 \text{ m}^3/\text{s}$ (doloženo výpočtem v části Hydrotechnické výpočty). Poldr 1 je navržen tak, aby zadržel přívalovou vodu. Poldr 2 usměrňuje povrchový odtok z extravilánu. Hlavním úkolem poldrů je neškodné převedení povodňové vlny obcí kanalizací do místních recipientů. Místní kanalizace má kapacitu $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Recipientem jsou místní vodoteče, které ústí do vodní nádrže Strž, situované v jižní části katastru obce Světnov. Návrh zajišťuje zpomalení, rozdělení a bezpečné provedení kulminačních průtoků obcí.

3.2 *Stavební objekty*

Hráze budou koncipovány jako suché, nebudou vybaveny žádným zařízením pro vzdouvání vody. Pouze v nátokovém objektu budou osazeny U – profily pro škrcení průtoku diafragmou, případně uzavření průtočného profilu pro případy revizí a oprav. Nádrže se budou vyprázdnovat nátokem do potrubí. Nátok je umístěn vždy v nejnižším místě nádrže. Potrubí vyústí do otevřeného odpadního koryta, které bude vždy na začátku a na konci opevněno ve dně kamenným záhozem a stěny budou obloženy betonovou dlažbou na sucho. Na konce nebo začátky zdrsnění dna budou osazeny prefabrikované betonové prahy do slabšího betonu, pro lepší stabilizaci.

Poldr 1

Suchý poldr s hrází bude mít celkovým objemem téměř shodný s ochranným prostorem. Zemní hráz bude provedena jako homogenní s nátokovým objektem, umístěným u návodní paty svahu hráze. Hráz bude provedena s ozeleněním návodní i vzdušné strany.

Bezpečnostní přeliv je navržen jako hrázový, provedený z dlažby do betonu se zavázáním do prahů. Šířka přelivu je navržena 3,0 m, kóta přelivné hrany bude 638,17 m.n.m. (konzumční křivka přelivu je v části Hydrotechnické výpočty). Přeliv bude proveden se šikmými nájezdy ve sklonu 1 : 5 pro možnost přejezdu hospodářskými vozidly nebo vozidly údržby.

Spodní výpusti budou provedeny jako monolitická železobetonová konstrukce z betonu prostého B20, nátoková část bude provedena z dlažby z lomového kamene velikosti 20x20 cm do betonu B15.

Tloušťka dlažby bude 20 cm a tloušťka betonového lože 10 cm. Nátoková část objektu bude opatřena česlemi z ocelové kulatiny profilu d 20 mm s průlinami 50 mm. Česlové pole je nutno kontrolovat z hlediska průchodnosti a odstraňovat případné splaveniny a plaveniny vždy při a po přívalovém dešti. Stejně tak je nutno vybírat sediment z usazovací části vtoku.

Návrhové množství maximálního přítoku bude vždy bezpečně převedeno potrubím, maximální vzdutí nedosahuje hrany bezpečnostního přelivu. Přeliv bude funkční pouze v mimořádných situacích – katastrofický déšť, omezení funkce nátoku do potrubí apod. kapacita přelivu je navržena s dostatečnou bezpečnostní rezervou.

Maximální výška hráze bude 2,18 m nad rostlým terénem, délka hráze 82 m, kóta koruny hráze 638,67 m n.m.

Potrubí v hrázi bude železobetonové profilu DN 800 mm, kvůli lepší dostupnosti pro kontrolu hráze. Po soutoku s vyústěním bezpečnostního přelivu bude voda odváděna otevřeným korytem lichoběžníkového tvaru. Koryto bude mít šířku ve dně 1,0 m, sklon svahů bude 1 : 1,5. Dno bude opevněno kamenným záhozem, svahy budou ohumusovány a osety. Koryto bude ukončeno nátokovým objektem, kde je dána podmínka na množství protékané vody, a to **1 m³/s**.

Vývařiště budou konstantní šířky. Vývařiště budou mít délku 8 metrů a budou opatřeny betonovými prefabrikovanými prahy a bude opevněno dlažbou z lomového kamene velikost 20x20 cm do betonu B15 tloušťky lože 15 cm.

Součástí zemních prací bude také vybudování zemních hrázek na polních cestách v blízkosti hrází 1 a 2. Hrázky mají za úkol usměrnit přítoky povrchových přívalových vod do nádrží suchých poldrů.

Poldr 2

Suchou nádrž bude tvořit zemní hráz s nátokovým objektem. S ohledem na konfiguraci terénu bude mít hráz spíše úlohu usměrnění průtoku do vtokového objektu. Přesto pro nepředvídatelné okolnosti bude hráz vybavena bezpečnostním přelivem stejného typu jako hráz 1 – přeliv bude mít šířku 2,0 m a jeho koruna bude 0,4 m pod

korunou hráze. Hráz bude provedena jako homogenní s ozeleněním návodní i vzdušné strany.

Maximální výška hráze bude 1,49 m nad rostlým terénem, délka hráze 69 m, kóta koruny hráze 636,60 m n.m. Nátokový objekt 2 bude proveden jako monolitická konstrukce z betonu prostého B20, nátoková část bude provedena z dlažby z lomového kamene velikosti 20x20 B15 tloušťky lože 10 cm. Nátoková část objektu bude opatřen česlemi z ocelové kulatiny profilu d 20 mm s průlinami 50 mm. Česlové pole je nutno kontrolovat z hlediska průchodnosti a odstraňovat případné splaveniny a plaveniny vždy při a po přívalem dešti. Stejně tak je nutno vybírat sediment z usazovací části vtoku.

Srážka z obou povodí v současnosti dojde do soutokového bodu na polní cestě, která má tvar širokého úvozu a touto tratí přechází přívalem průtoky obcí s výškou hladiny až 50 cm. Část povodně se vlévá do stávajícího kanalizačního systému. Zbytek prochází obcí až do vodoteče a následně do vodní nádrže Strž.

Navrženým opatřením dochází k rozdělení přítoku hrázím – kulminační průtok prochází v hodnotách kolem 950 l/s od obou hrází odpadním korytem k nově vybudovanému vtokovému objektu, který má kapacitu 1 m³/s a dále už bude průtok veden místní kanalizací do vodoteče.

V poldru 1 dojde k akumulaci průtoku – maximální hladina 638,04 m.n.m., což je 0,63 m pod korunou hráze a 0,13 m pod úrovní bezpečnostního přelivu. Koruna hráze je navržena ve výšce 638,67 m.n.m.

Hráze budou provedeny takto:

- Založení hráze bude provedeno do hloubky 1,0 (0,5) m pod stávajícím terénem.
- Hráz bude provedena ze zeminy, splňující následující předpoklady pro stavbu homogenní hráze:
 - čára zrnitosti materiálu leží v oblasti 2, částečně 1
 - obsah organických látek je menší než 5 %
 - mez tekutosti není větší než 50 %
 - velikost největších ojedinělých zrn není větší než 100 mm
 - číslo plasticity je větší než 8 %

Hráz bude prováděna sypaním po vrstvách se zhutněním na 95 % P.S.

S ohledem na skutečnost, že materiál v podloží se jeví jako nevhodný pro stavbu homogenních hrází (50 cm hlína písčitá, dále cca 20 až 40 cm písek s příměsí jemnozrnné zeminy a dále biotitická pararula, silně zvětralá a velmi silně rozpukaná), bude materiál kompletně navezen z vhodného zemníku, který doporučí geolog.

Nátokové objekty budou betonové z vodostavebního betonu obdélníkového tvaru světlosti 1,6 m x 2,0 m. Objekt bude vybaven česlem z ocelové kulatiny profilu d 20 mm s pružinami 50 mm.

3.3 Hydrotechnické výpočty

a) Stanovení přítoků bylo provedeno dle směrnice pro velmi malá povodí

H _{24,N} =	101,2	mm	
plocha	0,29	km ²	
H _s	57,99	mm	
H _o	14,73	mm	
CN	77		
a	4		
b	13,8		
td	50		
Pot.Ret	78,83	mm	
tp	36,41	min	
H _{svyp}	57,99		
r	1	ALFA	
iso	0,404	mm/min	intenzita odtoku
Q _{max} =	1,953	m ³ /s	kulminační průtok
W=	4271	m ³	objem odtoku z návrhové srážky
W _ú =	12886	m ³	objem odtoku z návr. úhrnu B8
t _l =	13,59	min	doba bezodtokové fáze
tvz=	36,41	min	doba vzestupné větve hydrogramu
tsez=	72,91	min	délka sestupné větve hydrogramu
tsezú=	219,97	min	délka ses. větve hydr pro úhrn B8
trvání deště je delší než doba koncentrace td>tk			
td=	50	min	trvání srážky
Q _{max} =	1,953	m ³ /s	kulminační průtok
W=	4270	m ³	objem odtoku z návrhové srážky
t _l =	12,96	min	doba bezodtokové fáze
tvz=	37,04	min	doba vzestupné větve hydrogramu
tkons=	12,96	min	doba konst. průtoku
tsez=	72,28	min	délka sestupné větve hydrogramu

obr. 1: Výsledek Směrnice výpočtu odtoku pro velmi malá povodí

Celková plocha povodí je 0,29 km²

poldr 1 – 0,204 km² – kulminační průtok 1,405 m³/s

poldr 2 – 0,086 km² – kulminační průtok 0,550 m³/s

b) Výpočet bezpečnostního přelivu

Základní rovnice:

$$Q = m \cdot b \cdot (2g)^{0,5} \cdot h^{3/2} \text{ kde,}$$

Q ... množství přepadající vody

m ... přepadový součinitel

b ... délka přepadu v metrech

h ... výška hladiny nad korunou přepadu

Navrhujeme $b=3,0$ m (Na stranu bezpečnosti zanedbáváme nájezdy do přelivu).

Konzumční křivka přelivu:

h (m)	b (m)	μ	$\sqrt{2gh}$	Q (m ³ /s)
0,1	3,0	0,35	1,4007	0,098
0,2	3,0	0,35	1,9809	0,277
0,3	3,0	0,35	2,4261	0,510
0,4	3,0	0,35	2,8014	0,784
0,5	3,0	0,35	3,1321	1,096
0,6	3,0	0,35	3,4310	1,441
0,7	3,0	0,35	3,7059	1,816
0,8	3,0	0,35	3,9618	2,219
0,9	3,0	0,35	4,2021	2,647
1,0	3,0	0,35	4,4294	3,101

c) HEC – RAS 4.1.0

Program HEC-RAS 4.1.0 umožňuje výpočet nerovnoměrného proudění v otevřených korytech, v ustáleném i v neustáleném režimu. Je integrovaným prostředkem, který umožňuje interaktivní provoz, obsahuje moduly hydraulické analýzy, obsluhy datové báze, vizualizaci vstupních dat i výsledků. Významné jsou jeho možnosti výpočtu objektů na toku, příčných i podélných staveb. Umožňuje numerickou simulaci stromových sítí, bifurkací a okružních říčních systémů. Jako produkt federálního rozsahu, je standardním prostředkem pro plánování, návrh a protipovodňovou ochranu ve Spojených státech.

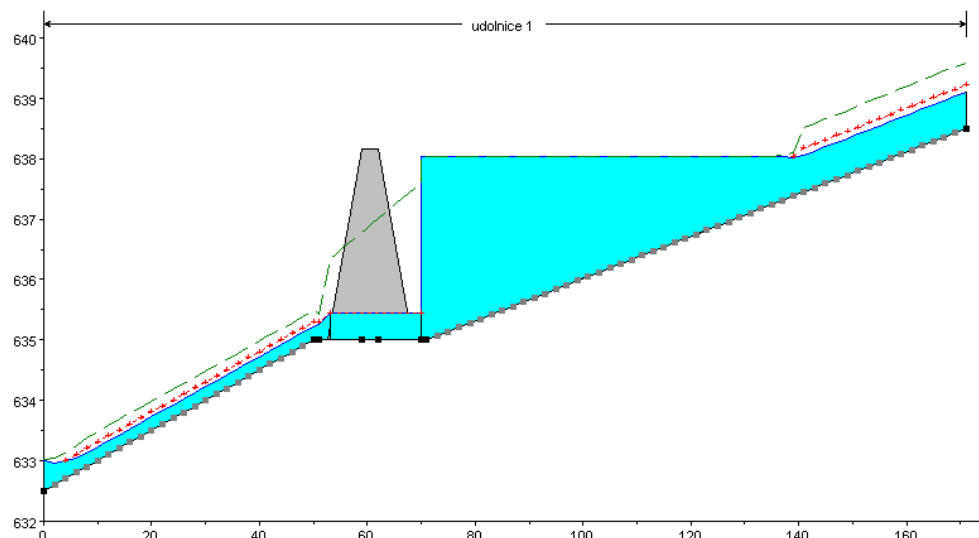
Důležitou skutečností je, že distribuce systémů HEC byla uvolněna z kompetence federální organizace Army Corps of Engineers, která již neposkytuje další uživatelskou podporu, a prodejní práva byla předána jiným distributorům. V některých případech jsou k dispozici i zdrojové programy a produkty jsou oficiálně k dispozici za minimální ceny.

Základní výpočetní schéma ustáleného proudění je založeno na výpočtu nerovnoměrného proudění vody v neprizmatických korytech metodou po úsecích. Hlavní předností programu je rozdělení profilu na vlastní koryto (tzv. efektivní, účinná oblast proudění) a levou či pravou inundaci (zátopové území). V případě řešení průběhu hladin a dalších veličin v zakřivených tratích program umožňuje počítat s různými vzdálenostmi mezi těmito částmi dvou sousedních údolních profilů.

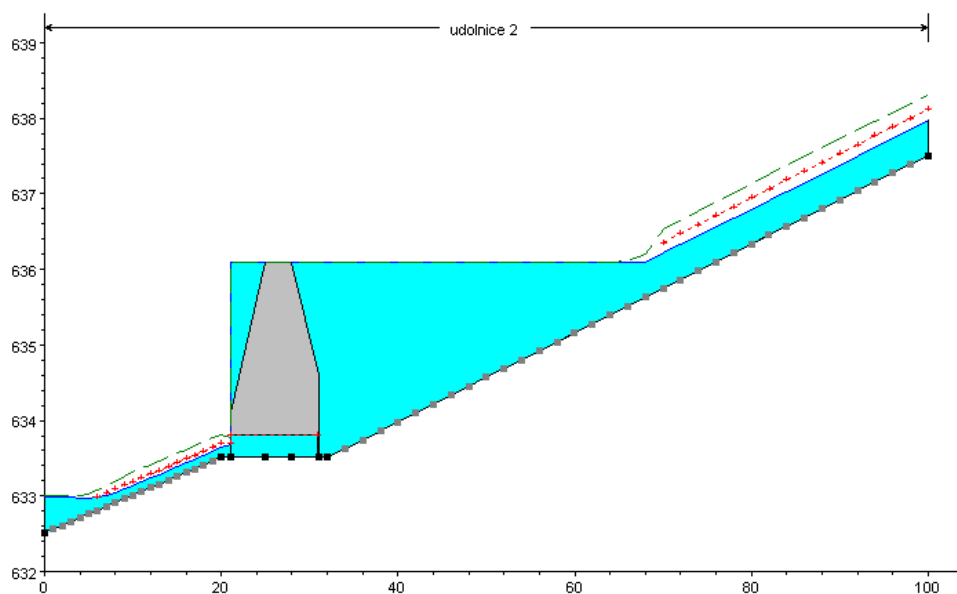
Pro výpočet neustáleného proudění využívá program HEC-RAS modifikované verze původního modelu UNET (Unsteady NETwork model). V zájmu zachování kompatibility výsledků se schématem využitým při výpočtu ustáleného nerovnoměrného proudění je implicitní numerické schéma řešení St. Venantova systému odvozeno z původního schématu Preismana (box-scheme) a doplněno o výpočet podélného rozdělení rychlostí.

Stanovení průtoku stávajícím terénem bez navržených opatření, a pak suchou nádrží 1 bylo provedeno výpočtovým programem HEC-RAS 4.1.0 metodami nerovnoměrného ustáleného a nerovnoměrného neustáleného proudění.

Výsledky jsou průkazné z následujících grafických výstupů programu.



obr. 2: Maximální vzdutí hladiny poldru 1 při průtoku $Q_{100} = 1,405 \text{ m}^3/\text{s}$

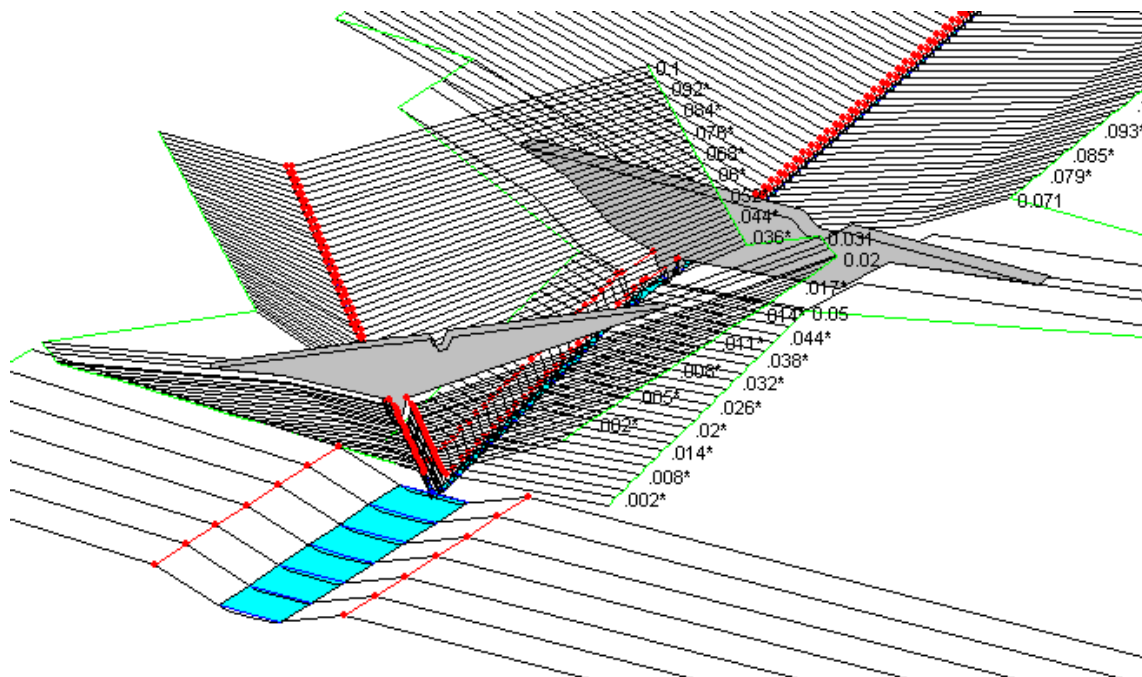


obr. 2: Maximální vzdutí hladiny poldru 2 při průtoku $Q_{100} = 0,550 \text{ m}^3/\text{s}$

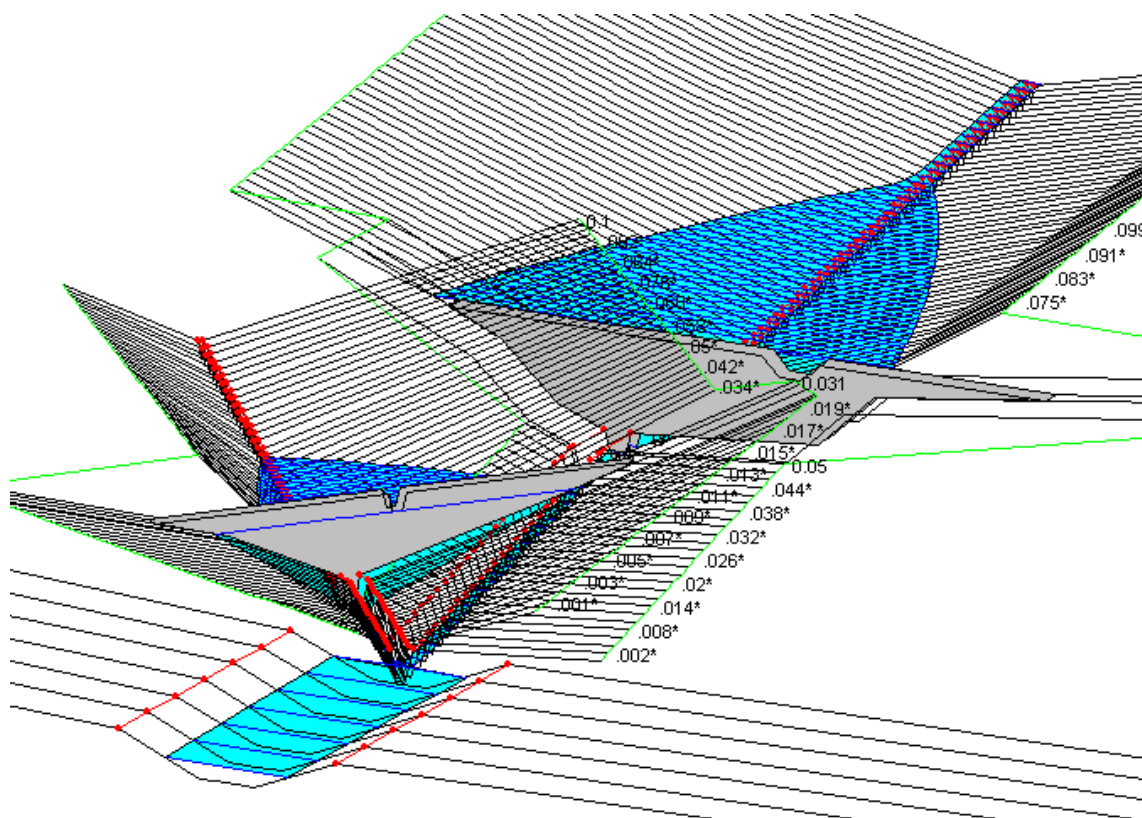
U poldru 1 byla „přiškrcena“ odtoková trubka diafragmou na průměr 45 cm, kvůli využití retenčního prostoru nádrže a bezpečné převedení stoleté povodňové vlny do kanalizační sítě. Maximální výtok z nádrže je $0,67 \text{ m}^3/\text{s}$.

Poldr 2 byl „přiškrcen“ na průměr 30 cm. Maximální výtok z nádrže je $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$, ale voda v ten okamžik začne přepadat přes bezpečnostní přeliv. Množství je velmi malé. Jedná se o $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$ po dobu 20 minut.

Při kalibraci odtoku z nádrží byla dána ještě podmínka, že součet odtoků z obou nádrží nesmí překročit $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Tato podmínka byla splněna a při maximálním průtoku teče do kanalizace vtokovým objektem $0,95 \text{ m}^3/\text{s}$.



obr. 3: 3D vizualizace povodí a poldrů v programu HEC-RAS před spuštěním návrhového deště



obr. 4: 3D vizualizace povodí a poldrů při maximální hladině návrhové povodně

Plan: Plan 02 udolnice 1 RS: 0.069 Culv Group: Culvert #1 Profile: Max WS			
Q Culv Group (m3/s)	0.67	Culv Full Len (m)	16.80
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	4.21
Q Barrel (m3/s)	0.67	Culv Vel DS (m/s)	4.21
E.G. US. (m)	638.04	Culv Inv EI Up (m)	635.00
W.S. US. (m)	638.04	Culv Inv EI Dn (m)	635.00
E.G. DS (m)	635.44	Culv Frctn Ls (m)	1.23
W.S. DS (m)	635.26	Culv Exit Loss (m)	0.92
Delta EG (m)	2.60	Culv Entr Loss (m)	0.45
Delta WS (m)	2.78	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	637.62	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	638.04	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	635.45	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	635.45	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)		Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	0.45	Min EI Weir Flow (m)	638.17

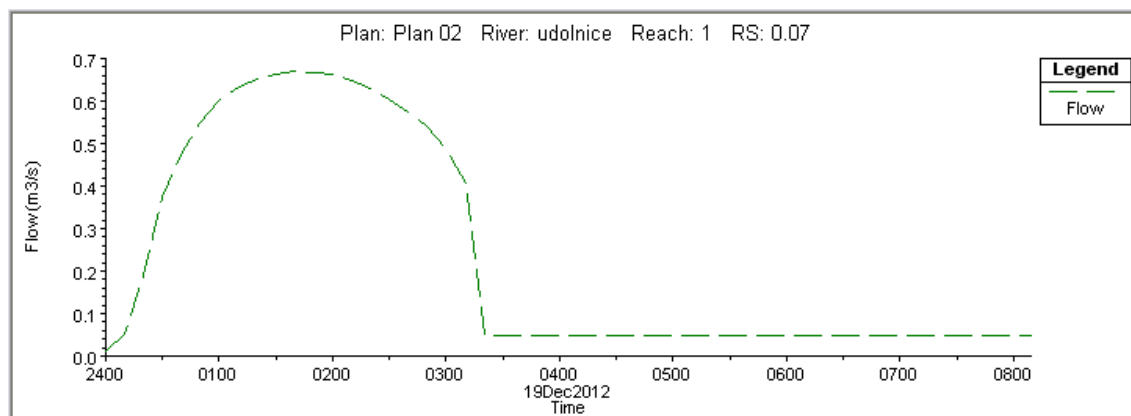
obr. 5: Numerický výstup UDOLNICE 1, maximální hodnoty v profilu hráze poldru 1

Plan: Plan 02 udolnice 2 RS: 0.03 Culv Group: Culvert #1 Profile: Max WS			
Q Culv Group (m3/s)	0.28	Culv Full Len (m)	9.80
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	3.98
Q Barrel (m3/s)	0.28	Culv Vel DS (m/s)	3.98
E.G. US. (m)	636.12	Culv Inv EI Up (m)	633.51
W.S. US. (m)	636.10	Culv Inv EI Dn (m)	633.51
E.G. DS (m)	633.77	Culv Frctn Ls (m)	1.10
W.S. DS (m)	633.67	Culv Exit Loss (m)	0.84
Delta EG (m)	2.35	Culv Entr Loss (m)	0.40
Delta WS (m)	2.42	Q Weir (m3/s)	0.01
E.G. IC (m)	635.82	Weir Sta Lft (m)	-9.04
E.G. OC (m)	636.12	Weir Sta Rgt (m)	-6.96
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	0.00
Culv WS Inlet (m)	633.81	Weir Max Depth (m)	0.02
Culv WS Outlet (m)	633.81	Weir Avg Depth (m)	0.02
Culv Nml Depth (m)		Weir Flow Area (m2)	0.04
Culv Crt Depth (m)	0.30	Min EI Weir Flow (m)	636.10

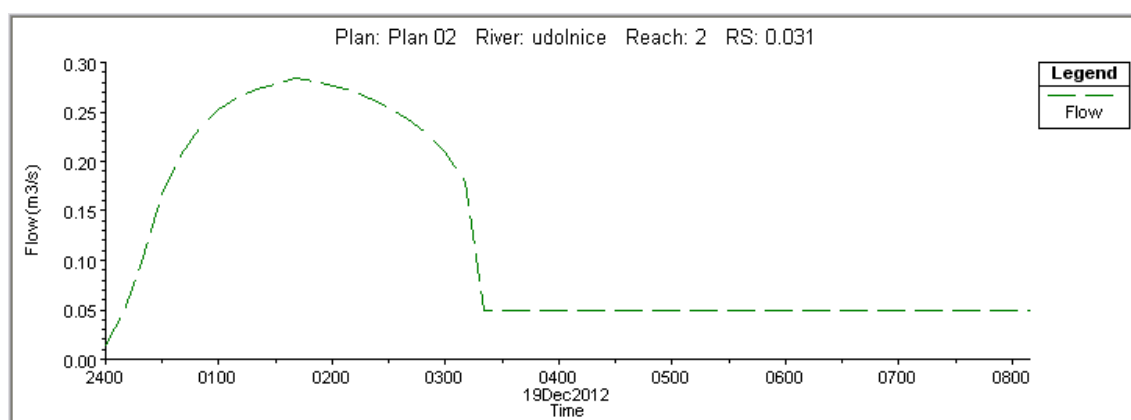
obr. 6: Numerický výstup UDOLNICE 2, maximální hodnoty v profilu hráze poldru 2

Plan: Plan 02 udolnice 3 RS: 0.006 Profile: Max WS					
E.G. Elev (m)	633.06	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.07	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	632.99	Reach Len. (m)	1.00	1.00	1.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		0.83	
E.G. Slope (m/m)	0.005770	Area (m2)		0.83	
Q Total (m3/s)	0.95	Flow (m3/s)		0.95	
Top Width (m)	2.45	Top Width (m)		2.45	
Vel Total (m/s)	1.14	Avg. Vel. (m/s)		1.14	
Max Chl Dpth (m)	0.48	Hydr. Depth (m)		0.34	
Conv. Total (m3/s)	12.6	Conv. (m3/s)		12.6	
Length Wtd. (m)	1.00	Wetted Per. (m)		2.74	
Min Ch EI (m)	632.51	Shear (N/m2)		17.19	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	1771.48	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)		0.00	
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)		0.01	

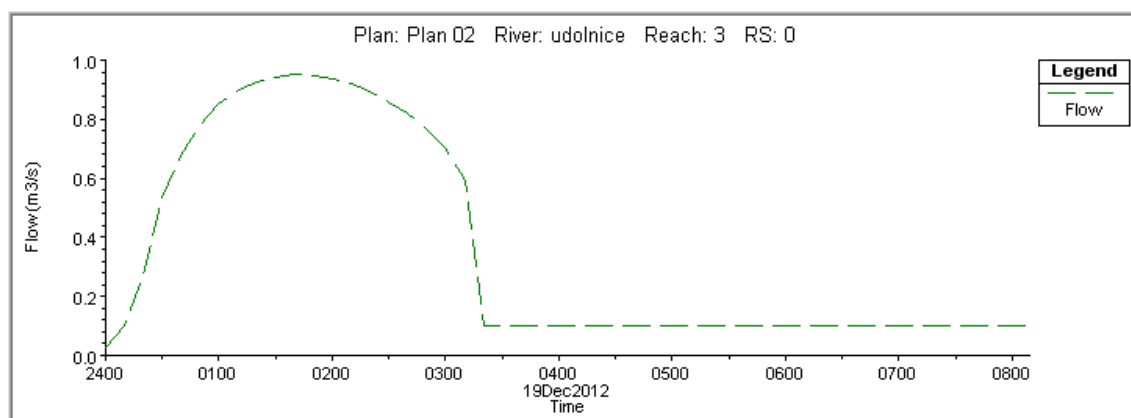
obr. 7: Numerický výstup UDOLNICE 3, maximální hodnoty v profilu odpadního koryta před vtokem do kanalizace



obr. 8: Hydrograf zadržené povodňové vlny v poldru 1



obr. 9: Hydrograf zadržené povodňové vlny v poldru 2



obr. 10: Hydrograf zadržené povodňové vlny přet vtokovým objektem

3.4 Vliv stavby na životní prostředí

Stavba nemá negativní vliv na ochranu životního prostředí. Konstrukce jsou přírodní ozeleněné nebo podzemní. Stavbou nebude produkován žádný hluk. Nezbytné objekty budou šetrně začleněny do krajiny.

3.5 Vliv na okolní pozemky a stavby

Stavba nebude mít negativní vliv na okolní stavby a pozemky. Hráze jsou umístěny na lučních prostorech mimo centrální zástavbu obce.

3.6 Stavební objekty

SO 01 – Poldry

SO 02 – Spodní výpust

SO 03 – Vtokový objekt

SO 04 – Odpadní kanál

SO 05 – Mostní propustek

3.7 Mechanická odolnost a stabilita

Hráze jsou navrženy v souladu s bezpečností a mechanickou odolností, jsou nižší než normových 6 m. Sklony svahů jsou mírnější než sklony doporučované. Stabilitu hráze není nutno dokládat výpočtem.

4. DOTAČNÍ PROGRAM NA VÝSTAVBU POLDRŮ

Operační program Životní prostředí, který připravil Státní fond životního prostředí a Ministerstvo životního prostředí České republiky ve spolupráci s EU, nabízí v letech 2007 – 2013 z evropských fondů přes 5 miliard Euro. Cílem tohoto programu je ochrana a zlepšování kvality životního prostředí. České republice přináší prostředky na podporu konkrétních projektů v 8 oblastech:

1. Zlepšování vodohospodářské infrastruktury a snižování rizika povodní.
2. Zlepšení kvality ovzduší a snižování emisí.
3. Udržitelné využívání zdrojů energie.
4. Zkvalitnění nakládání s odpady a odstraňování starých ekologických zátěží.
5. Omezování průmyslového znečištění a snižování environmentálních rizik.
6. Zlepšování stavu přírody a krajiny.
7. Rozvoj infrastruktury pro environmentální vzdělávání, poradenství a osvětu.
8. Technická pomoc.

Dotaci lze získat na realizaci opatření příznivých z hlediska krajinné a ekosystémové druhové rozmanitosti vedoucí ke zvyšování retenční schopnosti krajiny, ochraně a obnově přirozených odtokových poměrů a k omezování vzniku rizikových situací, zejména povodní. Lze ji využít například na:

- obnovu a tvorbu mokřadů, tůní, obnova pramenišť, obnovu zaniklých říčních ramen,
- podporu rozlivů v nivách,
- rekonstrukce a výstavby rybníků a odbahňování rybníků,
- výstavby poldrů do objemu 50 000 m³.
- nebo na opatření k ochraně proti vodní a větrné erozi a k omezování negativních důsledků povrchového odtoku vody například na:
 - obnovu a tvorbu větrolamů,
 - obnovu a tvorbu mezí, zasakovacích pásů a průlehlů.

5. ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout protipovodňová opatření v obci Světnov na Žďársku.

Obec má problémy s povodňovými vlnami při každém větším dešti. Proto bylo dohodnuto, že se hráze navrhnou na Q_{100} a další omezující podmínkou byla kapacita stávajícího kanalizačního systému v obci, který je schopen převést $1\text{m}^3/\text{s}$. Obě tyto podmínky jsem splnil a navrhnul tak pro obec jednu z možných variant řešení.

Současně bylo upozorněno na problémy s povodím, které ústí do poldru 3. Ten nebyl součástí řešení diplomové práce, ale pokud by se začali stavět poldry 1 a 2, pak by se začalo zároveň pracovat i na poldru 3. Zde bude nejspíš problém s místními občany, kterých se dotkne rekonstrukce starého potočního koryta. Možná bude nutné veškerou vodu z tohoto poldru převést trubním systémem do záplavové oblasti vodní nádrže Strž.

6. FOTODOKUMENTACE



foto 1: Čápův vrch (poldr 1 a 2)



foto 2: Pohled na obec Světnov (poldr 1 a 2)



foto 3: Čápův vrch (poldr 1 a 2)



foto 4: Profil pro poldry 1 a 2



foto 6: Povodí poldru 3



foto 7: Staré nefunkční koryto potoku (poldr 3)



foto 8: Vyústění poldru 3, záplavová oblast vodního díla Strž

7. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] MILERSKI, Rudolf. *Nauka o krajině, modul GS01*. Studijní opora FAST VUT v Brně, 129 s.
- [2] DUMBROVSKÝ, Miroslav, MILERSKI, Rudolf. *Vodní hospodářství krajiny II, modul 01*. Studijní opora FAST VUT v Brně, 233 s.
- [3] DUMBROVSKÝ, Miroslav. *Úprava odtokových poměrů v povodí, modul M01*. Studijní opora FAST VUT v Brně, 133 s.
- [4] HEC-RAS User's Manual. HEC online manual
- [5] HEC-RAS Hydraulic Reference Manual. HEC online manual

8. INTERNETOVÉ ZDROJE

[6] www.hec.usace.army.mil

[7] www.mapy.cz

[8] www.cuzk.cz

[10] www.mendelu.cz